

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

06.11.03

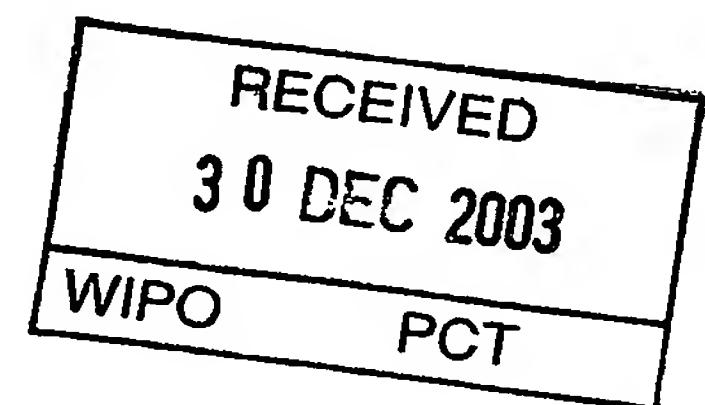
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 2月 4日

出願番号
Application Number: 特願 2003-027167
[ST. 10/C]: [JP 2003-027167]

出願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

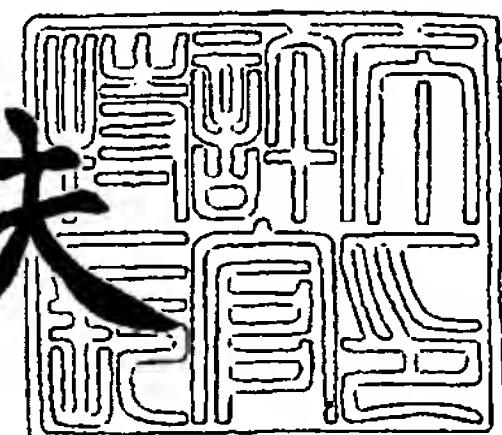


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 252729
【提出日】 平成15年 2月 4日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 G02F 1/133
【発明の名称】 カラー液晶表示素子
【請求項の数】 1
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【氏名】 浅尾 恭史
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【氏名】 磯部 隆一郎
【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫
【電話番号】 03-3758-2111
【代理人】
【識別番号】 100090538
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【弁理士】
【氏名又は名称】 西山 恵三
【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-322722

【出願日】 平成14年11月 6日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カラー液晶表示素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に電極を備えた一対の基板を対向配置し、該基板間に液晶層を有し、かつ該基板の外側に少なくとも 1 枚の偏光板を有した液晶表示素子であって、

該液晶表示素子の一つの画素は複数の副画素からなっており、

前記複数の副画素の少なくとも一つは、液晶層の配列変化によるリタデーション変化に応じたカラー表示を行う事ができる副画素 1 と、カラーフィルタ層を有した副画素 2 からなることを特徴とするカラー液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高い透過率もしくは高い反射率を有する多色表示可能なカラー液晶表示素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、液晶ディスプレイはパソコン用などの各種モニタ、携帯電話用表示素子などに広く普及しており、今後は大画面テレビ用途への展開を図るなど、ますます普及の一途をたどることが予測されている。そしてこれら液晶ディスプレイにおいてカラー表示方式として広く使用されているのが、マイクロカラーフィルタ方式と呼ばれるカラー表示方式である。

【0003】

この方式はひとつの画素を少なくとも 3 つの副画素に分割し、それぞれに 3 原色の赤・緑・青のカラーフィルタを形成することによってフルカラー表示を行うものであり、高い色再現性能を容易に実現することができるというメリットがある。

【0004】

それに対して、このカラー方式では透過率が $1/3$ になってしまふことから、

光利用効率が悪くなってしまうという欠点がある。

【0005】

上記光利用効率の悪さは、バックライトを有する透過型液晶表示装置または半透過型液晶表示装置、もしくはフロントライトを有する反射型液晶表示装置の場合において、視認性を高めるべく明るい表示を実現しようとすると、バックライトもしくはフロントライト輝度を高める必要があるために、消費電力が高くなるという問題がある。

【0006】

また前記光利用効率の悪さは、フロントライトを用いない反射型液晶素子の場合にはより一層深刻な問題となる。つまり前記RGBカラーフィルタを有する反射型カラー液晶表示素子は、非常に明るい屋外では十分な視認性を確保できるものの、その一方で暗い場所はもちろん、オフィスや家庭などの明るさの環境であっても十分な視認性を確保することが難しい。

【0007】

一方、従来から、カラーフィルタを用いずに着色した表示を得るカラー液晶表示装置として、ECB型（電界制御複屈折効果型）の液晶表示装置が知られている。このECB型液晶表示装置は、一対の基板間に液晶を挟持した液晶セルを挟んで、透過型の場合その表面側と裏面側とにそれぞれ偏光板を配置したものであり、反射型の場合には一方の基板にのみ偏光板を配置した一枚偏光板タイプ、もしくは両方の基板に偏光板を配置し偏光板の外側に反射板を設けた二枚偏光板タイプのものがある。ここで透過型のECB型液晶表示装置の場合、一方の偏光板を透過して入射した直線偏光が、液晶セルを透過する過程で液晶層の複屈折作用により、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる橙円偏光となった光となり、その光が他方の偏光板に入射して、この他方の偏光板を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になる。

【0008】

すなわち、上記ECB型液晶表示素子は、カラーフィルタを用いずに、液晶セルの液晶層の複屈折作用と少なくとも一枚の偏光板の偏光作用とを利用して光を着色するものであり、したがってカラーフィルタによる光の吸収がないから、光

の透過率を高くして明るいカラー表示を得ることができる。

【0009】

しかも、上記E C B型液晶表示素子は、液晶セルの両基板の電極間に印加される電圧に応じた液晶分子の配向状態によって液晶層の複屈折性が変化し、それに応じて他方の偏光板に入射する各波長光の偏光状態が変化するため、液晶セルへの印加電圧を制御することによって上記着色光の色を変化させることができ、したがって、同じ画素で複数の色を表示することができる。

【0010】

図1は、クロスニコル下において前記透過型E C B型表示素子を駆動した場合における、リタデーション量とそれに対応する色を示した図である。この図に示す通り、複屈折量に応じて色が変化していく様子がわかる。ここで使用する液晶モードとして、例えば電圧無印加時に垂直配向している誘電率異方性（△εと表す）が負の材料を使用した場合、電圧無印加時には黒表示されており、電圧の増加に応じて、黒→グレー→白→黄→色→赤→紫→青→黄色→紫→水色→緑といったように色が変化することが知られている。

【0011】

従来は上記のように、透過型あるいは反射型として利用されていたが、最近は液晶素子の一部の領域を光反射性領域とし、一部の領域を光透過性領域とするような半透過型液晶表示素子が、携帯電話や携帯情報端末などに広く使用されるようになってきている。これは前記可搬型電子装置を屋外で使用する場合には、非常に明るい外光中でも十分な視認性が確保されることと、室内や暗所などにおいて高いコントラストや色再現性を確保しうる唯一の表示モードであるためである。

【0012】

この半透過型液晶表示素子に使用される断面構成は、すでに公開されており公知となっている。（非特許文献1を参照のこと）

これによると透過部と反射部の光利用効率を両方とも最大化するために、透過部のセル厚を反射部のセル厚の2倍になるように層間絶縁膜を設ける構成となっている。

【0013】

【非特許文献1】

シャープ技報第83号・2002年8月 p. 22

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような ECB 型液晶表示素子は、カラー表示可能ではあるものの、例えば偏向板をクロスニコルに配置して透過型表示素子として用いた場合に、緑を表示するためには図1に示した通り 1300 nm のリタデーション量が必要となる。したがって、従来の液晶表示素子と比較するとかなり大きなセル厚が必要となっていた。

【0015】

例えば電圧無印加状態に垂直配向しているモードは、VA (V i r t i c a l Alignment) モードとして商品化されているが、その商品ではリタデーション量が 200 ~ 250 nm 程度に設定されている。これと比べると ECB 型液晶表示素子でカラー表示するためには、液晶材料が同じであればセル厚を約 6 倍に設定する必要がある。すなわち現在の VA モードを用いた製品のセル厚が 4 ~ 5 ミクロンだとすると、ECB モードでは 20 ~ 30 ミクロンのセル厚が必要ということになる。

【0016】

このような大きなセル厚を採用しようとする場合、例えばセル厚を正確に出すために一般に用いられている球状スペーサーを使用すると、画素に対してスペーサーの占める面積がかなり大きくなってしまい、結果的に開口率が減少する。

【0017】

したがって元来明るい表示を得ようとするために ECB 方式を採用したいのだが、開口率の減少によってその効果が半減してしまうことになる。

【0018】

また大きなセル厚を採用しようとする場合、応答速度の問題が発生する。一般に応答速度はセル厚の自乗に反比例（応答時間はセル厚の 2 乗に比例）することが知られている。したがって、セル厚が約 6 倍の場合には液晶の応答時間が 36

倍になってしまうことになる。例えば、商品化されているVAモードの液晶ディスプレイの代表的な応答時間が20ミリ秒程度であることから、ECBモードでは約720ミリ秒の応答時間になると予測できる。つまりこれでは動画表示を行うことが出来ない。

【0019】

さらに、ECBモードでは複屈折効果を利用したカラー表示を行うことは可能であるが、カラー表示時に滑らかな階調色を表示することは困難であった。したがって限られた色数でしか表示することができなかった。

【0020】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、従来のRGBカラーフィルタ方式とは異なる方式を用いて光利用効率を向上させ、かつセル厚の増加を抑制することで動画表示可能とし、多色表示可能であるようなカラー液晶表示素子を提供することである。

【0021】

また本発明は、光利用効率の高い多色表示可能な反射型モードと、透過型モードを両立する半透過型カラー液晶表示素子を提供することを目的としたもので、これによってデジタルコンテンツ閲覧用などの高い色再現性の要求を満たすことが可能となる。

【0022】

本発明は、表面に電極を備えた一対の基板を対向配置し、該基板間に液晶層を有し、かつ該基板の外側に少なくとも1枚の偏光板を有した液晶表示素子であって、

該液晶表示素子の一つの画素は複数の副画素からなっており、

前記複数の副画素の少なくとも一つは、液晶層の配列変化によるリタデーション変化に応じたカラー表示を行う事ができる副画素1と、カラーフィルタ層を有した副画素2からなることを特徴とするカラー液晶表示素子である。

【0023】

また本発明は、前記副画素1の表示色は点灯または非点灯の表示色であり、前記副画素2の表示色は印加電圧値に応じた階調色であることを特徴とするカラー

液晶表示素子である。

【0024】

また本発明は、前記副画素1および副画素2が、共に印加電圧値に応じた階調色を表示するように駆動することを特徴とするカラー液晶表示素子である。

【0025】

また本発明は、前記副画素1がリタテーションによる発色表示を行い、副画素2はカラーフィルタを用いた階調表示を行うことが特徴である。特に、前記副画素2に使用するカラーフィルタが緑色であり、他のカラーフィルタを用いないことも好ましい。この場合、色純度は少し悪くなるが、明るさを向上させることができる。また、カラーフィルタを用いる場合には、マゼンタ色のカラーフィルタが緑色カラーフィルタとの組合せで効果的である。

【0026】

さらに本発明は、前記副画素1が少なくとも異なる面積を有している複数のサブピクセルからなっているカラー液晶表示素子であって、前記サブピクセルがN個あったとき、その面積比は $1 : 2 : \dots : 2^{N-1}$ となるよう分割されていることを特徴としている。

【0027】

さらに本発明は、前記副画素1における液晶層と、前記副画素2における液晶層に対して同一の電圧値を印加したときの液晶の応答速度において、画素ごとの駆動条件を調整するなどして、副画素1の応答速度よりも副画素2の応答速度の方が速くなるような手段を有するカラー液晶表示素子である。

【0028】

また、前記副画素1におけるセル厚d1と、前記副画素2におけるセル厚d2とが、 $d1 > d2$ であることを特徴としている。

【0029】

また、本発明の液晶素子の画素密度は細かい方が好ましく、特に画素ピッチが200ミクロン以下であるカラー液晶表示素子が好ましい。

【0030】

また本発明は、基板の少なくとも一方は、光反射性の第1領域と光透過性の第

2領域を有することを特徴とする半透過型液晶表示素子であり、光透過性の領域を通過する光の光路上には、少なくとも赤・緑・青のカラーフィルタが配設されても良い。

【0031】

さらに、本発明の半透過型液晶表示素子は、前記光透過性の領域の副画素と光反射性の領域の副画素はそれぞれ独立な電圧を印加できる手段を有しており、それぞれ最適の駆動条件で駆動できる。

【0032】

またその副画素は少なくとも異なる面積を有している複数のサブピクセルからなっており、そのサブピクセル中の光反射性の領域の面積比は $1:2:\dots:2^{N-1}$ となるよう分割されていることも好ましい。

【0033】

またリターデーションで色表示する画素には、カラーフィルタとしてマゼンタ色を用いることが好ましいのは、先に述べた場合と同様である。

【0034】

またこの半透過型液晶表示素子に付いては、光透過性の領域を通過する光の光路上には少なくとも赤・緑・青のカラーフィルタが配設されており、透過型モードとして表示されるときは印加電圧値に応じた連続階調色を表示することも好ましい効果を示す。

【0035】

前記光透過性の領域の副画素と光反射性の領域の副画素でのセル厚が実質的に等しいことが望ましい。

【0036】

また画素ピッチに関しては、細かい方が好ましく、200ミクロン以下であることが好ましい。

【0037】

さらに本発明のカラー液晶表示素子は、前記カラー液晶表示素子が反射型の素子であり、また少なくとも偏光板と位相補償フィルムと液晶層と反射板とからなり、該液晶層の液晶分子は電圧印加時に少なくとも光軸方向の異なる2つのダイ

レクタ方向に傾斜するよう制御され、該光軸方向の異なる各々の液晶層には異なる電圧値を与えて駆動することを特徴とした反射型カラー液晶表示素子を提供する。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下、図2乃至図8を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0039】

まず、本実施の形態にて製造され駆動される液晶表示素子の表示原理について図2を参照して説明する。

【0040】

本発明の液晶素子では図2に示すように、1画素を複数の副画素に分割し、視感度の高い緑色を表示させる画素には、緑色のカラーフィルタを用いていることが特徴である。こうすることによって、緑画素に対してはECBによる着色を利用しないで、赤と青だけを利用することが特徴である。

【0041】

そこで、ECB表示によるカラー表示の際に、リタデーション量を従来のものよりもはるかに小さくすることが可能となる。

【0042】

これにより通常用いられる液晶素子と比較した時のセル厚増加分を抑制することが可能となる。例えば図1によると、赤はリタデーションが450nmであって、青はリタデーションが600nmである。したがって、600nmのリタデーションを実現するためのセル厚に設定すればよいことになる。上記例で言うと、セル厚は約10ミクロンでよいことになる。この程度であれば、応答速度の増加も小さく、約150ミリ秒程度となり、若干のボケは存在するものの動画表示が可能となる。

【0043】

またこれを反射型液晶素子に適用した場合には、セル厚が半分となるため応答速度はこの1/4の40ミリ秒以下となり、動画表示にもほぼ問題ないレベルにすることができる。

【0044】

また緑の色再現範囲はカラーフィルタによって決まり、かつ視感度がたかいために、白色成分の透過率を犠牲にすることなく高い色再現性を実現することが可能となる。

【0045】

またEBCモードではカラー表示における階調表示が困難であるが、反面緑色が連続階調できるために、人間の目にとては、階調性を損なわず、高い階調再現性を得ることができる。

【0046】

またこのときの緑画素のセル厚は、透過型の場合 $\lambda/2$ 条件、反射型の場合には、 $\lambda/4$ 条件が表示できれば十分であるため、他のEBCによる着色を用いる画素のセル厚よりも薄くすることが可能である。これにより緑の画素の応答速度を高めることができることが可能となっている。

【0047】

つまり本発明の素子に関しては、視感度特性の高い緑画素の応答速度が速くなることから、人間の目には高速で表示されるように感じることが出来る。さらに前記例におけるカラーフィルタのない画素では、電圧印加時にEBCによる着色を利用しているため、赤や青の表示は高電圧で駆動されていることになる。このことから、赤や青色画素では高電圧駆動に起因する高速表示、緑画素ではセル厚が薄い分だけ応答速度が速くなり、応答速度の色間ばらつきを抑制することも可能となる。

【0048】

また一般にEBCによる着色を利用した表示モードでは、カラー表示は容易に出来るものの、階調表示が困難という問題があった。つまり本提案の液晶素子では視感度特性の高い緑画素については、連続階調表示可能であるが、青と赤はEBCによる着色を利用しているため階調表示が困難である。例えば図2 (a) に示した画素構成では透明画素部分の階調表現は困難ということである。

【0049】

そこで図2 (b) に示すように、青と赤画素は複数のサブピクセルに分割し、

その面積比を変えることによってデジタル的に階調を表現するのが好ましい。

【0050】

このとき前記サブピクセルがN個あったとき、その面積比を $1:2:\dots:2^{N-1}$ となるよう分割することで、リニアリティーの高い階調表示特性を得ることが出来る。図2 (b) の例ではN=2としている。

【0051】

なおこのときデジタル階調であるがゆえに、表現できる階調数が限られてしまうという問題がある。しかしながら、本発明の液晶素子では視感度特性の低い赤と青にのみデジタル階調を使用している。すなわち目の検知しうる階調数が少ない赤と青に限ってデジタル階調を使用することで、限られた階調数でも十分な特性を持たせることが可能となる。

【0052】

なお上記のように限られた階調数でも十分な階調性を感じさせるためにも、画素ピッチは細かい方が好ましい。つまり、人間が画素を識別できなくなる解像度という観点で、200ミクロンピッチ以下にしておくことがより望ましい。

【0053】

なお例えば図5に示すような波長スペクトル（緑の補色であるマゼンタ色）を持つカラーフィルタを、前記緑画素以外の画素に配設することによって、赤と青の色純度を向上させることができ、色再現範囲を大幅に広げることができる。これにより、赤や青の色再現範囲が大きく広がり高品位な表示素子を得ることが可能である。

【0054】

また本発明の液晶素子は、赤、青色についてはカラーフィルタを用いないために、カラーフィルタによる光ロスがなく、光利用効率を高いこと。よって反射型液晶素子に用いる場合、高い反射率を有することができるので、ペーパーライクディスプレイとしても有望な表示方法である。

【0055】

すなわちバックライトを有する透過型液晶素子は、その応用例がテレビ用途であったりデスクトップPC用のモニタであったりするため、現状の消費電力でも

実用においては十分であると考えられていることから、消費電力の高い高輝度のバックライトが用いられているのに対して、光源を持たない反射型液晶素子の反射率は現状でもまだ不十分と言わざるを得ず、依然として改良の余地を残している。このことから本発明の液晶素子は高反射率液晶素子において有効な表示モードであるということが出来る。

【0056】

なおこのとき十分な視野角を得るために、配向分割による手法をとるのが一般的である。例えば垂直配向を利用した透過型のVAモードでは、表面に凹凸をつけたり、電極形状を工夫したりして電圧印加時の液晶分子傾斜方向を制御することで、広い視野角特性を実現している。またこのときの傾斜方向は偏光板に対して45度、135度、225度、315度の4つの方向に傾斜するように制御することによって全方向からの視野角特性を良好なものとしている。

【0057】

こうした配向分割の考え方は反射型液晶素子においても重要である。ただしこのとき透過型モードとは異なり工夫が必要となる。

【0058】

本発明で用いる反射型液晶素子の構成を図3に示す。つまり図3では上から、偏光板、位相補償板、液晶層、反射板の構成としている。このときの明暗の表示が出来る原理について簡単に述べる。

【0059】

まず簡単のため、液晶層は配向分割されていないものとする。さらに簡単のため用いる波長は550 nm（単波長）のみとする。位相補償板は一軸でありそのリタデーション量は137.5 nmとすし、遅相軸が（偏光板の偏光軸から見て）時計回りに45度になるように配置されている。また液晶層は電圧無印加時に垂直配向であり、電圧印加により分子が傾斜する、いわゆるVAモードを用いて説明を行う。このときの液晶分子の傾斜方向は偏光板に対して（偏光板側の偏光軸から見て）時計回りに45度とする。このときの様子を図4（a）に示す。

【0060】

上記構成において、液晶層に電圧が印加されていない場合には、垂直配向であ

るが故に、液晶層のリタデーション値はゼロである。したがって、上記構成における反射率T%は以下の式で表される。

【0061】

$$T\% = \cos^2 (\pi \times 2 \times 137.5 / 550) \\ = 0 \quad \dots \quad (\text{式1})$$

これにより、電圧無印加時の反射率はゼロ、すなわちいわゆるノーマリブラック構成ということになる。

【0062】

次いで、電圧印加時について考える。

【0063】

このとき電圧印加によって液晶分子は位相補償板と平行な方向に傾斜する。したがって、液晶分子の傾斜によって液晶層に発生するリタデーション量をR(V)とすると、電圧印加時の反射率T% (V)は以下の式で表される。

【0064】

$$T\% (V) = \cos^2 (\pi \times 2 \times (137.5 + R(V)) / 550) \\ \dots \quad (\text{式2})$$

これにより電圧に応じた所望の反射率が得られることになる。

【0065】

ところで商品化されているVAモードは一般に視野角特性改善のために配向分割を行っている。ここでまず始めに上記例とは180度異なる方向、すなわち225度方向に傾斜する場合を考える。この場合には上記例と同様に液晶分子の傾斜方向は位相補償板と平行であるために得られる反射率は式2と同様になる。

【0066】

上記のように45度方向と225度方向の2分割によって、左右（もしくは上下）の視野角特性は良好となる。なおここで、透過型の場合には左右（もしくは上下）の視野角特性を改善するために2分割が必要なのだが、反射型の場合には入射光と反射光により自己補償されるためにこうした分割は必ずしも必要ではない。

【0067】

さらにここで全方向の視野角特性を良好なものとするためには、上下（もしくは左右）も改善する必要がある。そのためには上記例とは90度異なる方向にも液晶分子が傾斜するように配向分割する必要がある。すなわち135度方向と315度方向（反射型の場合にはそれらのうちいずれか一方のみでも良い）に分子が傾斜するように配向分割させればよい。すなわち図4（b）に示すような関係となるよう、配向分割すればよいことになる。

【0068】

この場合、得られる反射率は以下の式で表される。

【0069】

$$T\% (V) = \cos^2 (\pi \times 2 \times (137.5 - R(V)) / 550) \quad \dots \text{ (式3)}$$

つまり反射型表示素子の場合には式2と式3の違いにより、同じ電圧を印加したとしても、例えば $R(V)$ が $1/4$ 波長である場合などの特殊な場合を除けば、異なった反射率を示すことになってしまう。

【0070】

そこで本発明の液晶素子では上記例における上下と左右のように、位相補償板とのなす方向が異なる場合にも等しい反射率を得るために、異なる電圧値を印加できるように、例えばそれぞれ独立なルックアップテーブルを用意し駆動している。つまり配向分割の方向ごとに独立に電圧印加できるような電極構成とすることにより、均一な反射率と広い視野角特性を同時に実現している。なお、このとき一つの画素を配向分割方向に応じて、例えば上下用と左右用との2つに分割するなど、複数のサブピクセルに分割しても良いし、特に画素ピッチが例えば200ミクロン以下の場合などの高精細パネルにおいては、隣接する画素同士で異なる方向に傾斜するように分割しても表示上は全く問題ない。

【0071】

上記構成により、高い透過率（もしくは反射率）、広い視野角、広い色空間を同時に満足する液晶素子を実現することが可能となる。

【0072】

本発明の表示素子においても上記公知の構成を採用することは可能である。

【0073】

しかし一方、本発明の表示素子において上記構成を実現しようとした場合、複屈折による着色を利用した表示原理に基づいているために、通常の液晶素子よりも厚いセル厚が必要となる。つまり前記層間絶縁膜の厚みが通常の半透過型液晶素子と比べて大きい構成が必要とされる。

【0074】

さらに半透過型液晶素子の利用状況を考えると、上記の通り、非常に明るい外光中でも十分な視認性をもって表示されることと、室内や暗所などにおいて高いコントラストや色再現性を実現し、フルカラーデジタルコンテンツを忠実に再現することが要求される。

【0075】

この中で、非常に明るい外光中でも十分な視認性をもって表示されることに関しては、本提案の複屈折による着色を利用した表示原理に基づく表示方法を反射型モードとして使用することによって可能である。

【0076】

一方、本提案では青や赤など緑以外の表示色は、面積分割によるデジタル階調を採用しているが、こうしたデジタル階調は極めて高精細な表示素子においては人間の視認限以上となるため、完全なフルカラー表示に相当するが、精細度が必ずしも十分でない場合には階調表示能が若干不足して感じることがある。したがって透過型モードにてフルカラーデジタルコンテンツを忠実に再現するためには、より高い階調表示能を有することが必要と考えられる。

【0077】

そこで本発明では透過モードではRGBのカラーフィルタを用い、液晶層は黒から白にかけて連続的に透過率を変化させるという、一般に用いられているマイクロカラーフィルタ方式を採用する。つまり反射モードはECB効果による着色を利用したモードによる赤および青表示とカラーフィルタによる緑表示、透過モードは赤・緑・青ともにカラーフィルタによるカラー表示とすることで、上記2つの半透過型液晶に要求される項目を両立することが可能となる。

【0078】

このような反射と透過で異なる表示モードによる素子構成を採用することによって、単なる組み合わせではない予測しなかった有効な効果が発現する。

【0079】

つまり前記した現行の半透過型液晶素子では反射領域と透過領域で同じ原理に基づく表示方法を採用しているために、それぞれが最適な光利用効率を示すためには、反射領域と透過領域とで2倍のセル厚差を付与しなければならない。そのために上述のように層間絶縁膜形成プロセスが必要となっている。

【0080】

一方、本提案のように反射と透過で異なる表示モード、特に反射モードにE C B効果による着色を利用したモード、透過モードにはE C B効果による着色を利用しないモードを採用した半透過型液晶素子の場合を考える。

【0081】

E C B効果による着色を利用したモードにおいて、本発明では青表示までをE C B効果で表現できれば良い。よって黒から青表示までを反射モードにおいて実現するためには、液晶層（あるいは液晶層と位相補償板の組み合わせ）によるリタデーション量が、電圧による制御により0 nmから300 nmの範囲で変化させることができればよい。

【0082】

一方、透過モードにおいて黒から白表示までをE C B効果で実現するためには、液晶層（あるいは液晶層と位相補償板の組み合わせ）によるリタデーション量が電圧による制御により0 nmから250 nm程度の範囲で変化させることができればよい。つまり反射領域において必要とされるセル厚と透過領域において必要とされるセル厚とが非常に近いことになる。したがって、現行の構成と比較すると前記層間絶縁膜の厚みを大幅に減少させることが可能となる。これによって、セル厚差を付けた結果発生しがちな配向欠陥や、段差部のテーパーに起因する開口率の減少を抑制することが可能となる。

【0083】

あるいは液晶層厚を300 nmまでの制御が可能な条件で一定にしておき、透過モードにおける電圧による制御範囲を0 nmから250 nmに限定するように

すれば、前記層間絶縁膜を形成しなくても良いことになる。これによりフォトリソグラフィープロセスの簡略化が実現でき、コストダウンに寄与できるのである。また均一配向実現が容易となり、かつ開口率の向上にも寄与することができるるのである。

【0084】

なお本発明の半透過型液晶素子では同一電圧印加条件にて反射モードと透過モードで表示させた場合に、それぞれの表示色が異なってしまう可能性がある。この場合、反射領域と透過領域とで独立に印加電圧が制御できるような画素構成にしておくことがより好ましい。

【0085】

以上の議論をまとめ、具体的な好ましい構成を例示したものを図6に示す。

【0086】

図6に示した61, 62, 63はITOによる透明電極である。この透明電極を通過する光の光路上にはそれぞれ青・緑・赤のカラーフィルタが形成されている。64, 65、66はアルミなどによる反射電極である。65の反射電極で反射する光の光路上には緑のカラーフィルタが形成されている。このカラーフィルタは光利用効率を高めるために、色再現範囲の狭い反射型タイプのものを用いることもできるし、あるいは62に用いる透過型用カラーフィルタを反射電極の一部だけに形成させることもできる。64、66の反射電極上にはカラーフィルタを形成しない構成にすることもできるし、マゼンタ色のカラーフィルタを形成させることで、ECB効果による着色を利用した表示カラーの色純度を高めることができる。

【0087】

また61、62、63は同一の面積比であることが好ましく、64、66の面積比は1:2にしておくことが好ましい。副画素1(64、66)と副画素2(65)の面積比は、副画素2に用いるカラーフィルタの波長分光透過特性に応じて、最適なカラーバランスとなるように適宜調整しておくことが好ましい。また、ECB効果による着色を利用する副画素1を面積分割する際には、階調ごとの色重心がずれないような画素形状と画素配置法を考慮しておくとより好ましい(

図示せず)。

【0088】

また61と64、62と65、63と66という透過と反射画素のそれぞれに對して、一般的な半透過型液晶素子では同一の電圧を印加する場合が多いが、本発明の素子の場合では、表示するための条件が反射モードと透過モードで異なつてゐるために、これら6つの画素は独立に電圧制御できる構成にしておくことが好ましい。

【0089】

また図7に示すように、反射モードでのE C B効果による着色を利用したカラー表示における階調数を増加させるために、より小さい反射サブピクセルを追加しても良い。なお、図7において71～76は図6における61～66に対応するものであり、77、78は追加したサブピクセルである。サブピクセルを追加する場合には、光反射性領域の面積が各サブピクセル間で1：2：4：8：…： 2^{N-1} となるようにしておくことが好ましい。

【0090】

またその形状は、図7に示すものに限定されず、種々の電極形状を選ぶことができる。

【0091】

このとき光透過性領域における液晶層は、R G B各色でアナログ階調能を有しているので、図6の構成から画素数を増やす必要はない。

【0092】

以上述べたように、本発明のカラー表示モードは透過型でも反射型としても使用することが可能であり、高い光利用効率の素子を実現することが可能となる。また半透過型として使用することも可能であるが、その場合、反射領域では本発明のE C B効果による着色を利用した赤・青表示と、カラーフィルタによる緑表示を行い、透過領域では赤・緑・青ともにカラーフィルタによるカラー表示を行うことにより、半透過型液晶素子に求められる要件を全て満足する表示性能を実現できるだけでなく、1画素内に2倍のセル厚差を作りこむ必要がなくなるために、プロセスの簡略化と均一配向と高開口率化を同時に満足させることが可能と

なる。

【0093】

なお本発明の液晶素子の駆動には、直接駆動方式、単純マトリクス方式、アクティブマトリクス方式のいずれの方式も用いることが出来る。

【0094】

また用いる基板はガラスでもよいしプラスチックなどの可とう性を有するものでも良い。また反射型にする場合には、反射板として鏡面反射板を用い液晶層の外側に散乱板を設けるような、いわゆる前方散乱板方式や、反射面の形状を工夫して指向性を設けたいわゆる指向性反射板など、各種反射板を用いることが出来る。また本明細書中では一例として垂直配向モードを例示したが、他にも平行配向モード、HAN型モード、OCBモードなど電圧印加によるリタデーション変化を利用するモードであればいずれのモードにも適用することが可能である。また本発明の本質は大きいリタデーション量を必要とする表示色に対してのみ、カラーフィルタを適用するということであるから、STNモードなどにも適用することが可能である。

【0095】

【実施例】

以下実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

【0096】

(共通素子構成)

実施例に用いる共通の素子構造として下記のものを用いた。

【0097】

液晶層の構造として、基本的な構成は図3に示す構成と同様なものとし、垂直配向処理を施した2枚のガラス基板を重ね合わせセル化し、液晶材料として誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負である液晶材料（メルク社製、型名MLC-6608）を注入した。なおこのとき実施例に応じてリタデーションが最適となるようにセル厚を変化させた。

【0098】

用いる基板構造として、一方の基板にTFTが配置されたアクティブマトリク

ス基板を用い、もう一方の基板にはカラーフィルタが配置された基板を用いた。このときの画素形状やカラーフィルタ構成は実施例に応じて変化させた。

【0099】

TFT側の画素電極にはアルミ電極を用い、反射型の構成とした。

【0100】

また上基板（カラーフィルタ基板）と偏光板との間には広帯域 $\lambda/4$ 板（可視光領域で $1/4$ 波長条件をほぼ満たすことができる位相補償板）を配置した。これにより電圧無印加時には暗状態となり、電圧印加時には明状態となるようなノーマリブラック構成とした。

【0101】

（比較例）

従来公知の技術で、液晶パネルを作成した。薄膜トランジスタ付きのアクティブマトリクス基板で、対角12インチ（画素数 $600 \times 800 \times 3$ ）の画素を有する基板を用いた。この画素ピッチは約 $300 \mu\text{m}$ である。

【0102】

またカラーフィルタとして通常TFT/LCDパネルに用いられている赤・緑・青の3原色タイプのものを全画素に用いた。

【0103】

液晶層のリタデーションについては、 $\pm 5\text{ V}$ 電圧印加時の反射分光特性の中心波長が 550 nm 、及びリタデーション量が 138 nm となるよう、セル厚を3ミクロンに調整した。

【0104】

なおこのとき電圧印加時の液晶分子の傾斜方向は、パネル上面の偏光板側から見て、全面が時計回りに45度となる方向に傾斜するように垂直配向処理の際に、基板法線から1度程度のプレチルト角を付与した。

【0105】

このような液晶素子について、電圧を様々に変化させることによって画像を表示させたところ、RGBそれぞれの画素について印加電圧に応じた連続階調色が得られ、それによってフルカラー表示可能であるが、反射率は、16%であり、

暗い表示であった。

【0106】

(実施例1)

アクティブマトリクス基板として、上記比較例1と同じ基板を用いた。

【0107】

カラーフィルタとしては緑だけを用いて、残る副画素である2つの画素にはリタデーションによる着色表示を利用するためには用いなかった。またこの残る2画素については、面積階調を行うために、面積比を1：2とした。

【0108】

液晶層のリタデーションについては、赤表示と青表示ができるように、透明画素の±5V電圧印加時のリタデーション量が300nmとなるよう、セル厚を7ミクロンに調整した。緑画素の条件については実施例1と同様とした。

【0109】

このような液晶素子について、電圧を変化させることによって画像を表示させたところ、緑のカラーフィルタを有する画素に関しては、印加電圧値に応じた透過率変化を示しており、完全な連続階調特性が得られることを確認した。

【0110】

一方緑のカラーフィルタを有さない他の画素に関しては、5V印加時には青色、4.2V印加時には赤色表示となり、本実施例の液晶パネルが三原色表示可能であることを確認した。さらに3V以下の領域では印加電圧の大きさに応じた連続階調表示を確認した。

【0111】

さらに赤と青に関しては、表示させる副画素を変化させることによって面積階調が実現できることを確認した。しかしながら、その階調量が4階調しかないために自然画を表示させた際に若干ざらつき感の残る画像となっていた。

【0112】

なおこの素子の反射率は33%であり、実施例1と比較して2倍の値となり、かなり明るい白表示が得られていた。

【0113】

(実施例2)

アクティブマトリクス基板として、画素数 $600 \times 800 \times 3$ で、対角7インチと対角3.5インチの基板を用いたほかは、実施例1と同様の条件でセルを作製した。画素ピッチは対角7インチの方が、約 $180 \mu\text{m}$ 、対角3インチの方が、約 $90 \mu\text{m}$ であった。

【0114】

その結果、カラー表示能については実施例1と同様に良好な特性が得られることを確認した。さらに本実施例では画素ピッチがかなり細かくなり、高精細化したことによって自然画を表示させた場合でも目視では全くざらつき感を感じない連続階調を表現できた。

【0115】

またこの素子の反射率は33%であり、比較例1と比較してかなり明るい白表示が得られていた。

【0116】

(実施例3)

アクティブマトリクス基板として、先の比較例1と同じ基板を用い、実施例2における透明画素のかわりに、図5に示す透過分光特性を示すカラーフィルタ（富士フィルムアーチ社製、型名CM-S571）を設けた画素構造を採用した。

【0117】

緑色の画素カラーフィルタと組み合わせた場合、リターン色の色純度が問題となるが、赤と青の発色スペクトルのテール部分をカットできるので、色純度が増す効果がある。実施例3と同様に自然画を表示させた場合でも、目視では全くざらつき感を感じない連続階調を表現できた。

【0118】

またこの素子の反射率は28%であり、実施例3と比較すると若干劣るもの、比較例1と比較するとかなり明るい白表示が得られていた。またこの実施例におけるカラー表示では、色度座標上において実施例3と比べて大きく色再現範囲が広がっていることが確認できた。

【0119】

(実施例4)

比較例1について、液晶分子の傾斜方向を反時計回りに45度の方向に傾斜するように、基板法線に対してプレチルト角を1度付与した。その結果、最大反射率を得るために電圧値はほぼ比較例1と同様であったものの、電圧-反射率特性(ガンマ特性)が比較例1と異なる事を確認した。

【0120】

この結果から、視野角特性改善のために配向分割する場合には、同じ反射率を得る場合でも傾斜方向に応じて印加電圧値を変化させる必要があることを確認した。

【0121】

(実施例5)

実施例3の構成とセル厚以外を同じ構成とした液晶セルを用いた。このとき、マスクラビングを用いてプレチルト角を変化させ、異なるダイレクタ方向を持つ2つの配向領域を形成し、またそのセル厚は透明画素、緑画素ともに7ミクロンとした。

【0122】

また緑画素に印加する最大電圧値を±3Vとして、実施例3と同様に緑画素における最大リタデーション量を138nmとした。この2つのドメイン部分には異なる駆動電圧を与えた。

【0123】

その結果、表示品質は実施例3と同様に明るい表示と滑らかな階調性が得られていた。

【0124】

ただし、緑画素のギャップが厚くなつたために、応答速度が遅くなってしまい、動画表示時の表示ボケが多く感じられた。これによりカラーフィルタを用いる緑画素のセル厚を、レタデーションを用いる画素のギャップよりも薄くした方が、動画表示特性が良くなることを確認した。

【0125】

(実施例6)

実施例6の構成と電極・カラーフィルタ以外と同じ構成とした液晶セルを用いて実験を行った。

【0126】

このときSVGA (800×600) を構成する行ライン（走査ライン）の奇数行目は実施例6と同様にアルミ電極とし、3つのサブピクセルを緑カラーフィルタを有するサブピクセルとカラーフィルタを有さない2つのサブピクセルとに割り当て、カラーフィルタを有さない2つのサブピクセルの面積比を1：2とした。

【0127】

一方、偶数行目はITOによる透明電極とし、3つのサブピクセルの面積は同一とした。またこの3つサブピクセルには赤・緑・青のカラーフィルタを配設した。画素構成の略図を図8に示す。84～86は奇数行目の反射モード用画素であり、81～83が偶数行目の透過モード用画素である。87、88がそれぞれソースラインとゲートラインであり、89が薄膜トランジスタによるスイッチング素子である。

【0128】

パネルの背面には、上基板に配置した偏光板とクロスニコルの関係になるように偏光板を配設し、さらにその背面にはバックライトを配置し点灯させた。

【0129】

こうした構成のパネルに画像を表示させたところ、前述の実施例で確認された反射モードの特性と、通常の液晶パネルと同等の表示品位を持つ透過モードの特性を両立しうることが確認できた。つまり、全画素が同一のセル厚に設定した場合においても、高い反射率を有する反射モードと、良好な色再現性能を有する透過モードを両立した半透過型液晶表示素子を実現できることが確認できた。

【0130】

(実施例7)

実施例1と同様の基板を用い、副画素上には、図5に示す分光特性を持つマゼンタ色のカラーフィルタを配置した以外は、実施例1と同じ構成の液晶素子を形成した。こうすることによって、赤と青のリターンの色純度が向上し、色

再現範囲が広がった。

【0131】

またこの効果は実施例6から実施例8に示す液晶素子についても同様であり、マゼンタ色のカラーフィルタを用いることが、赤と青の分光スペクトル上の緑色部分の色をカットして、色純度を向上するので好ましい。

【0132】

以上述べたように、本実施例によって明るい反射型液晶素子を実現可能となる。なお、本実施例中では反射型液晶素子を中心に述べたが、これを透過型液晶素子、半透過型液晶素子に応用することは当業者にとってきわめて容易である。さらに本実施例では駆動基板としてTFTを用いたが、その替わりにMIMを用いたり、単純マトリクス構造にしたりといった駆動方法の変更についても容易に可能である。

【0133】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によると、明るくかつ視認上フルカラー表示可能であり、視野角も広く、かつ動画も問題なく表示可能な液晶素子、中でも特に高反射率の反射型液晶素子が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

リタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

【図2】

本発明の液晶素子の1画素の画素構造を表す図。

【図3】

本発明の液晶素子に用いる層構成の説明図。

反射板7上の透明電極6とガラス上の透明電極4の間に挟まれた液晶5で形成された素子上に、位相補償フィルム2、偏向板1を配置した構成を持つ。

【図4】

本発明の液晶素子の配向分割の説明図。

プレチルト角を若干変えることにより、液晶分子10が傾く方向が異なる。

【図5】

本発明の実施例に用いたマゼンタカラーフィルタの分光スペクトルを示す図。

【図6】

本発明の別の実施例である液晶素子の画素構成を示す図。

カラーフィルタを備えた光透過性の領域61 62 63 と、光反射性の領域64 65 66から構成されている。

【図7】

本発明の別の実施例である液晶素子の画素構成を示す図。

【図8】

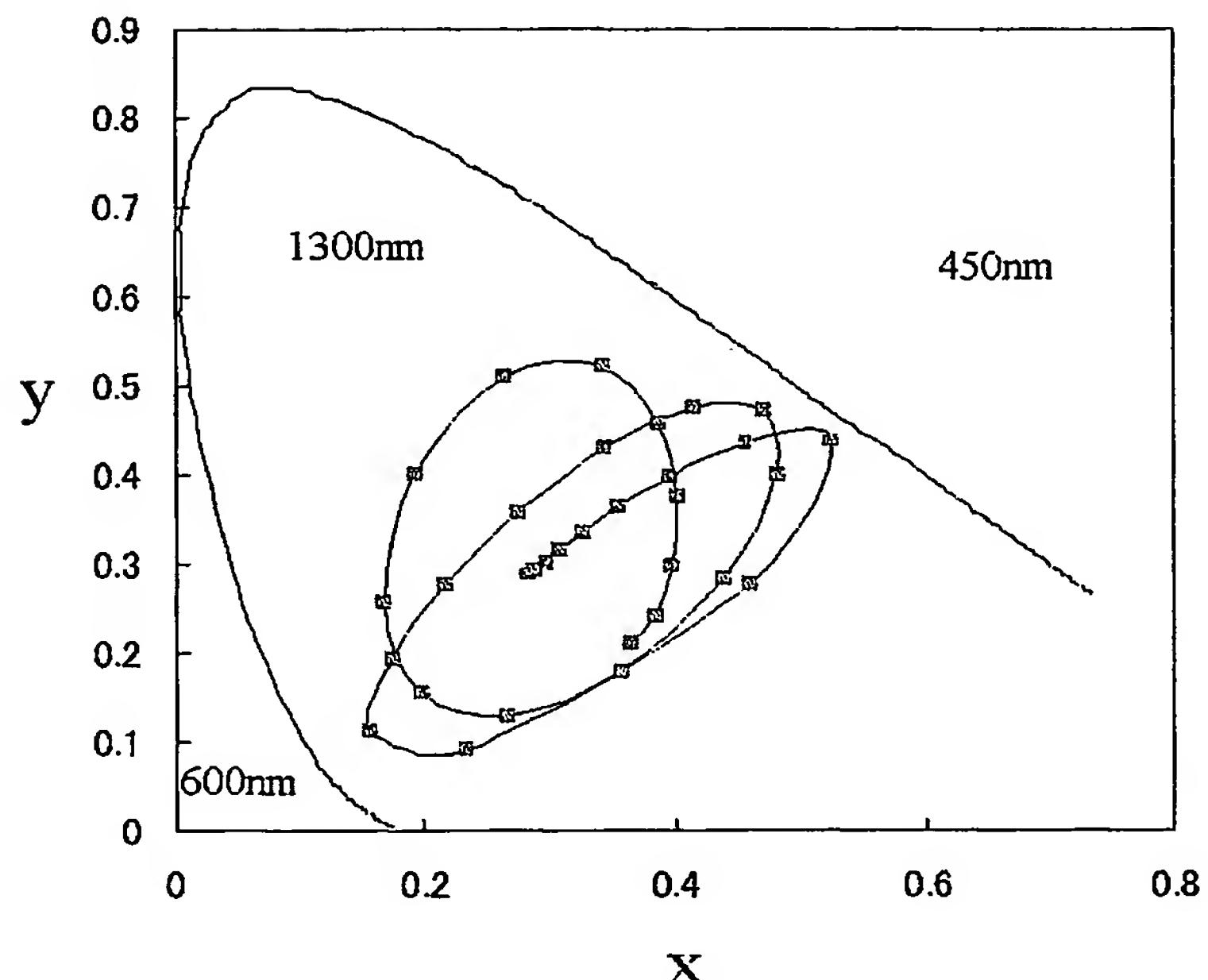
本発明の別の実施例である液晶素子の画素構成を示す図。

【符号の説明】

- 1 偏光板
- 2 位相補償フィルム
- 3 ガラス
- 4 透明電極
- 5 液晶
- 6 透明電極
- 7 反射板
- 8 偏光軸
- 9 位相補償フィルムの光軸
- 10 液晶分子
- 11 液晶分子の回転面

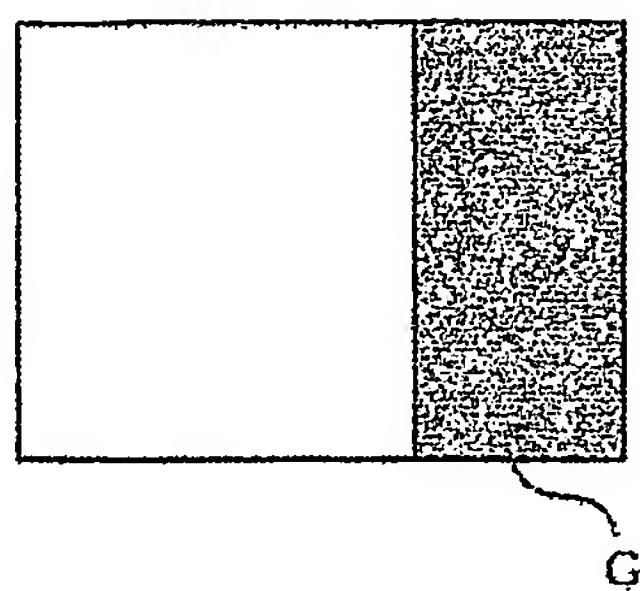
【書類名】 図面

【図1】

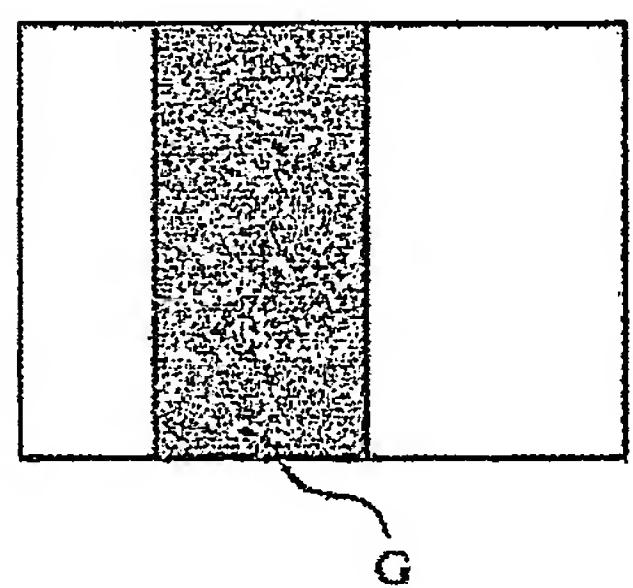


【図2】

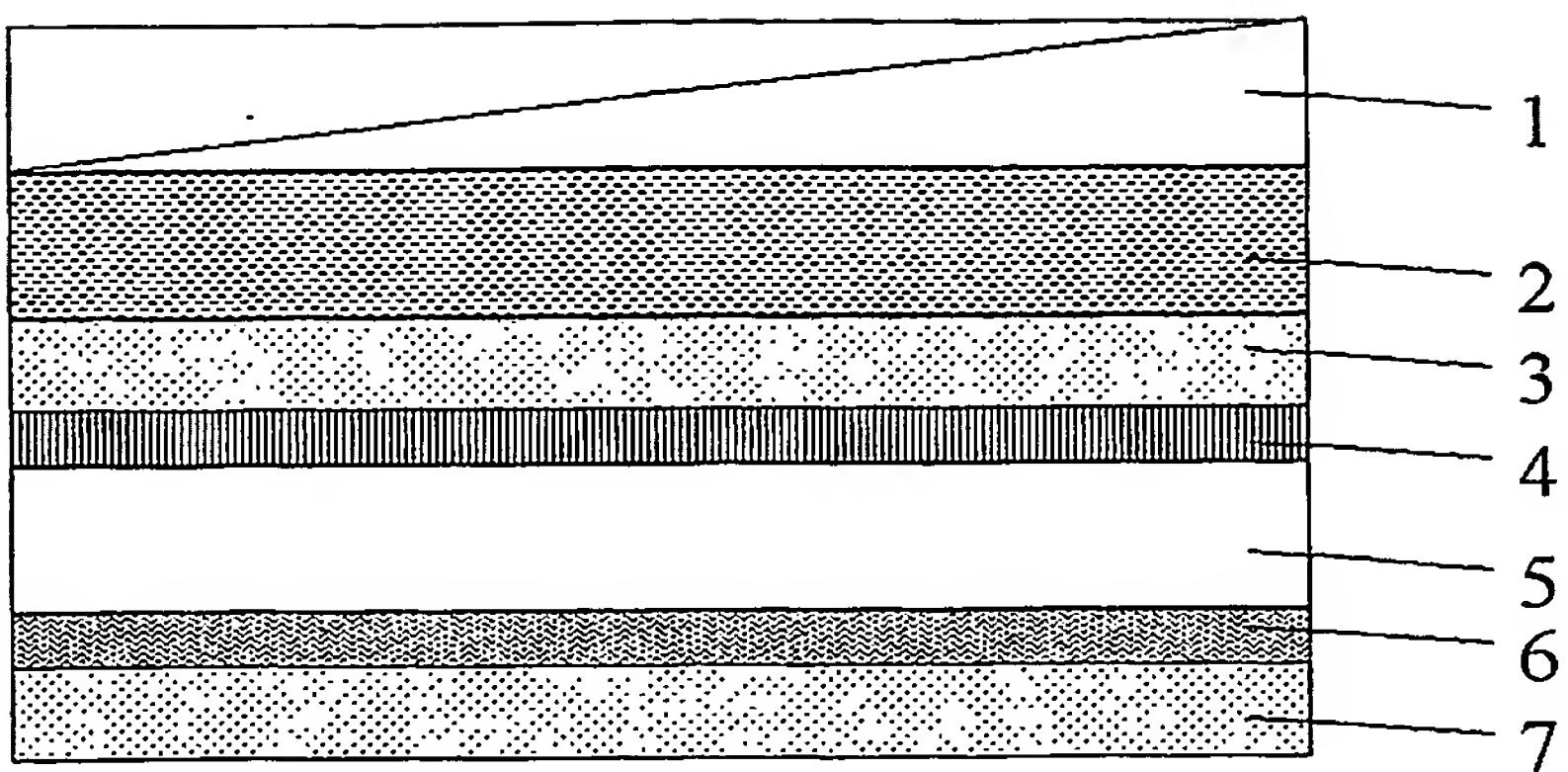
(a)



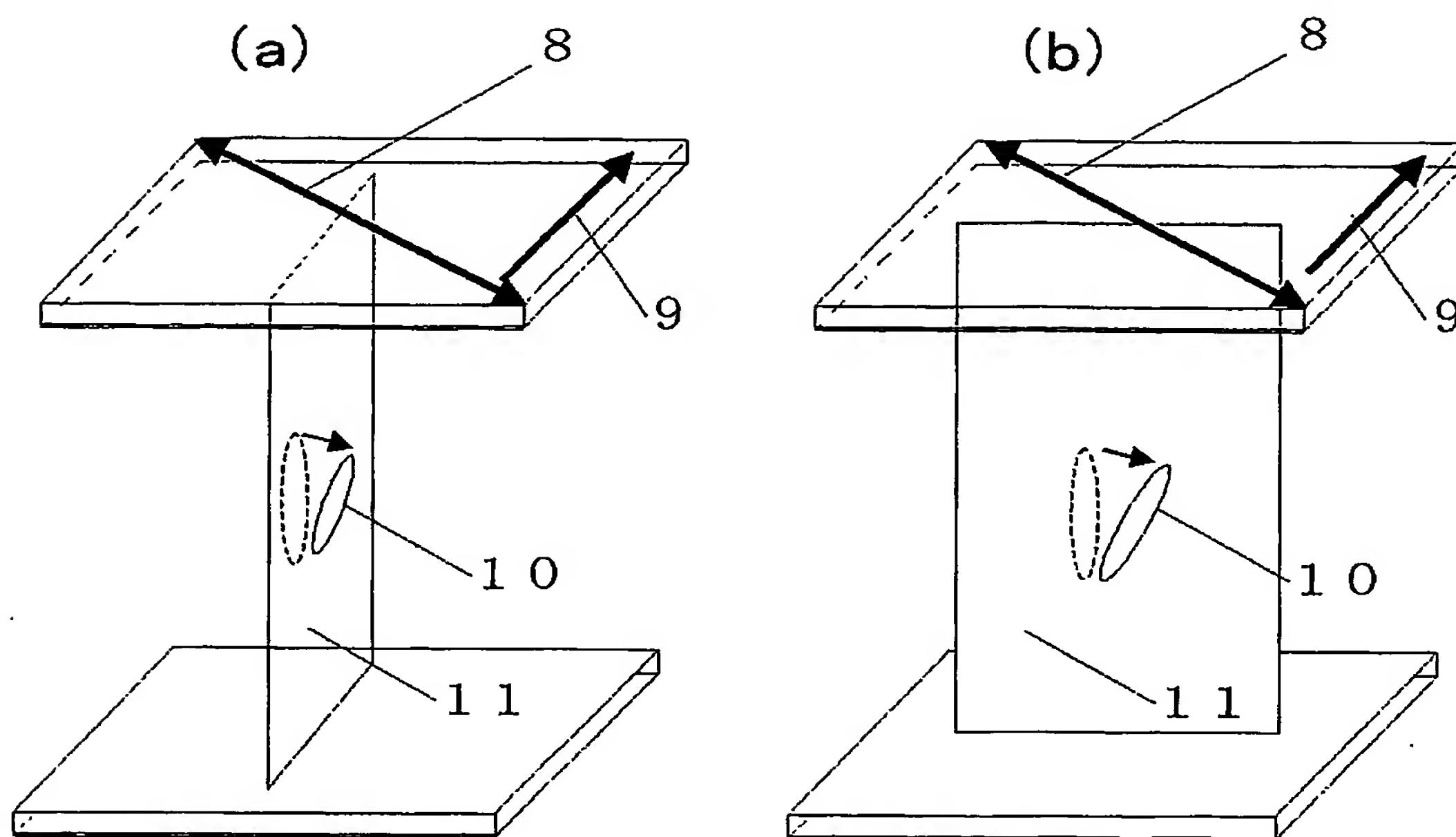
(b)



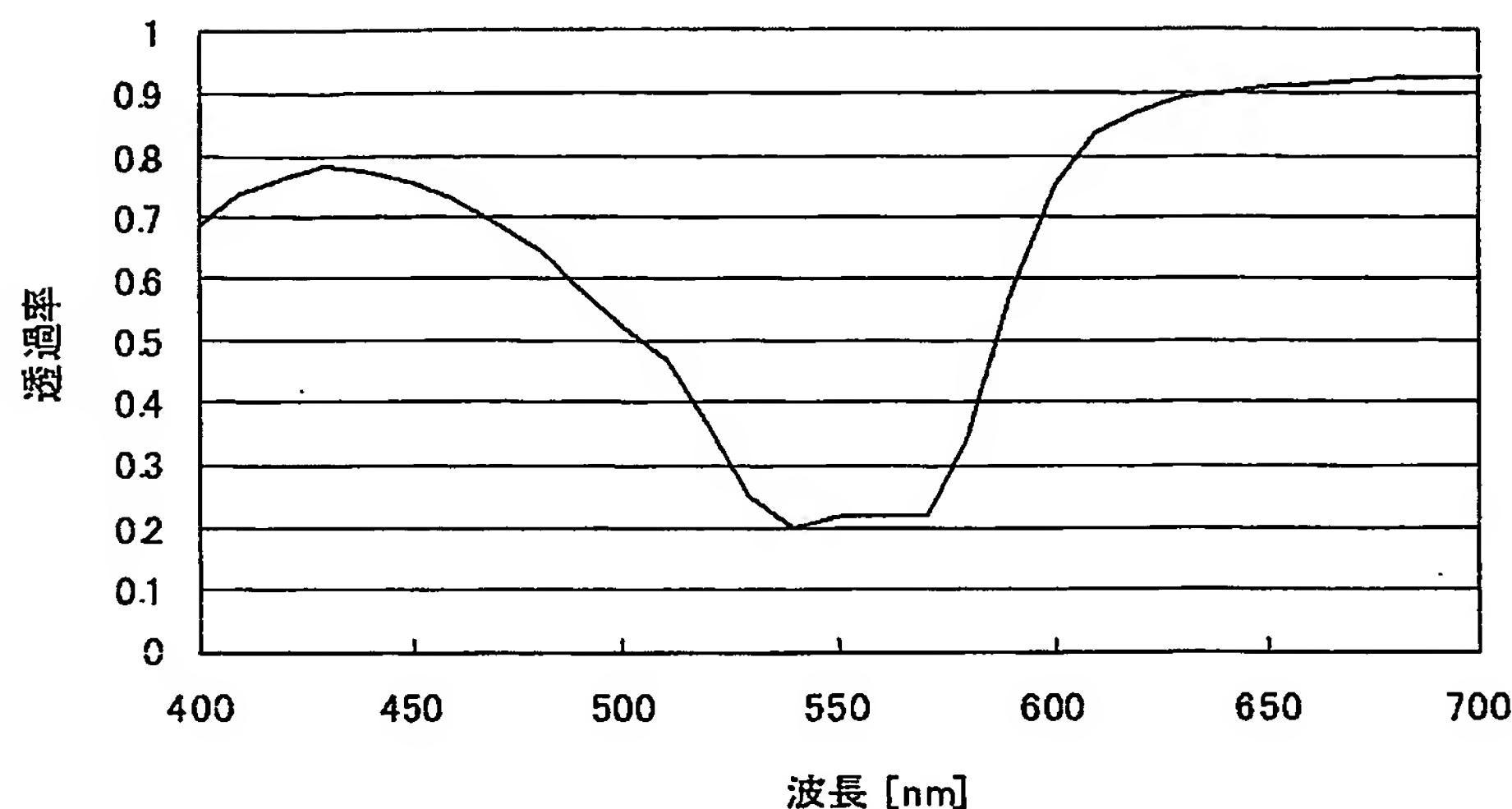
【図3】



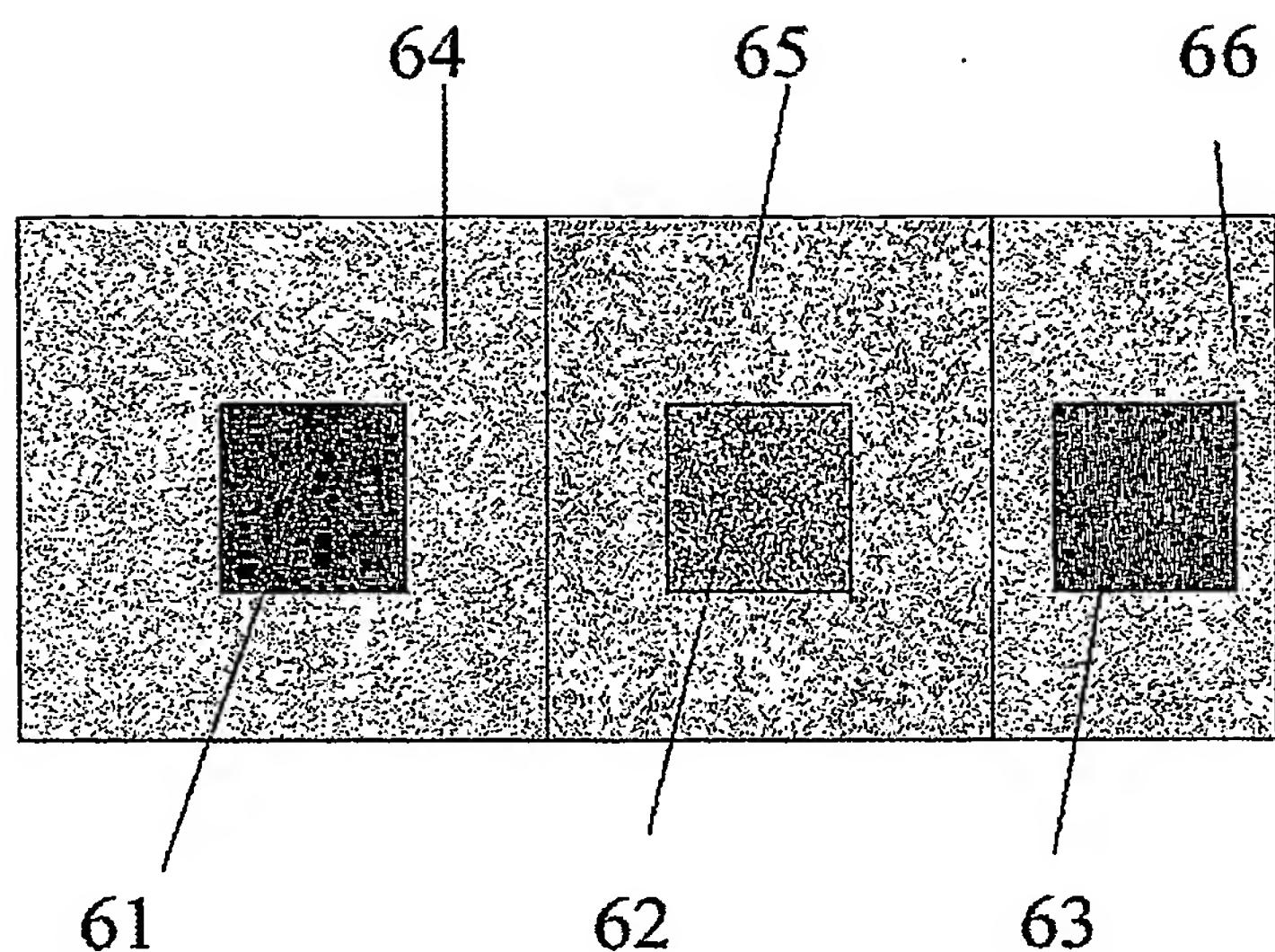
【図4】



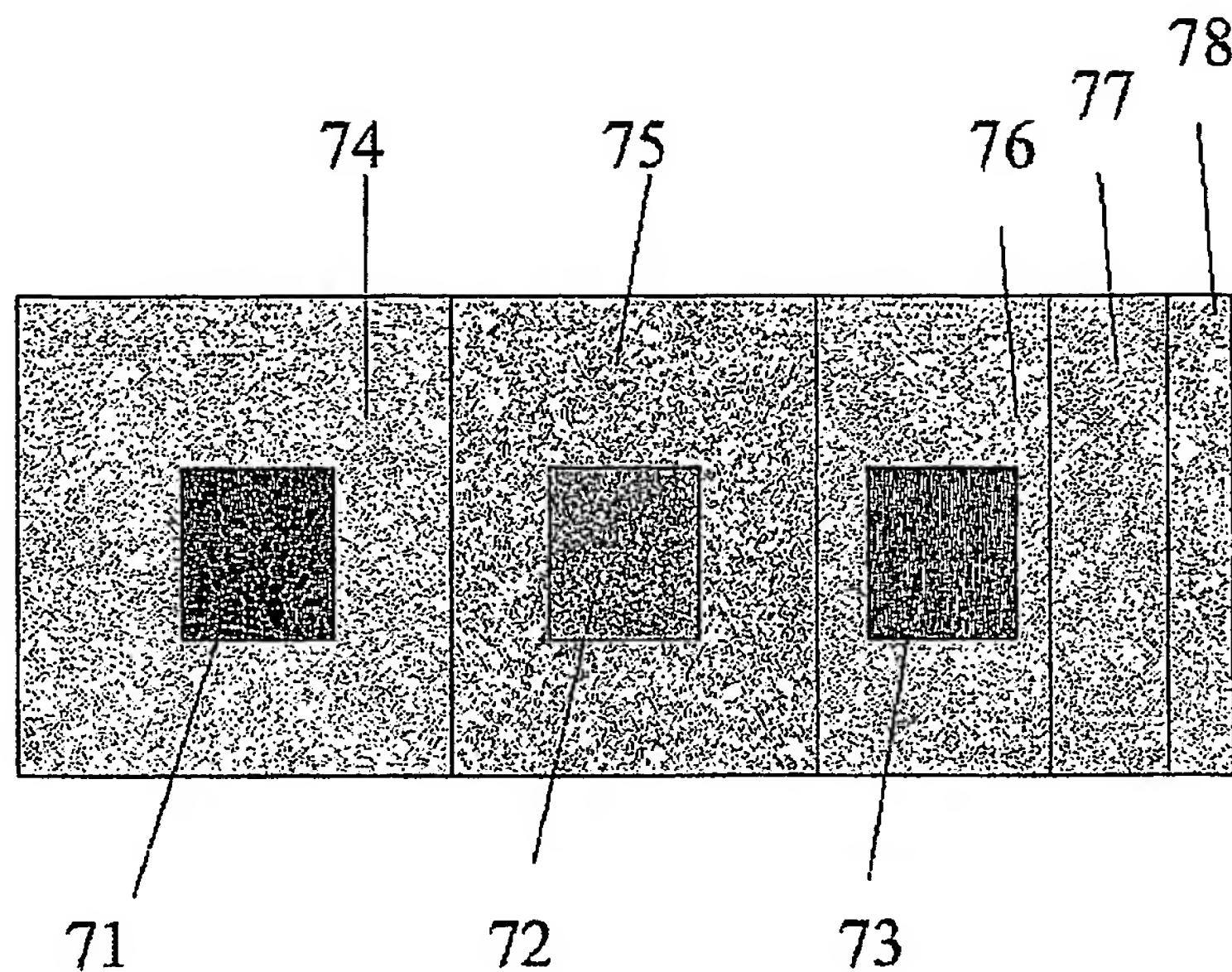
【図5】



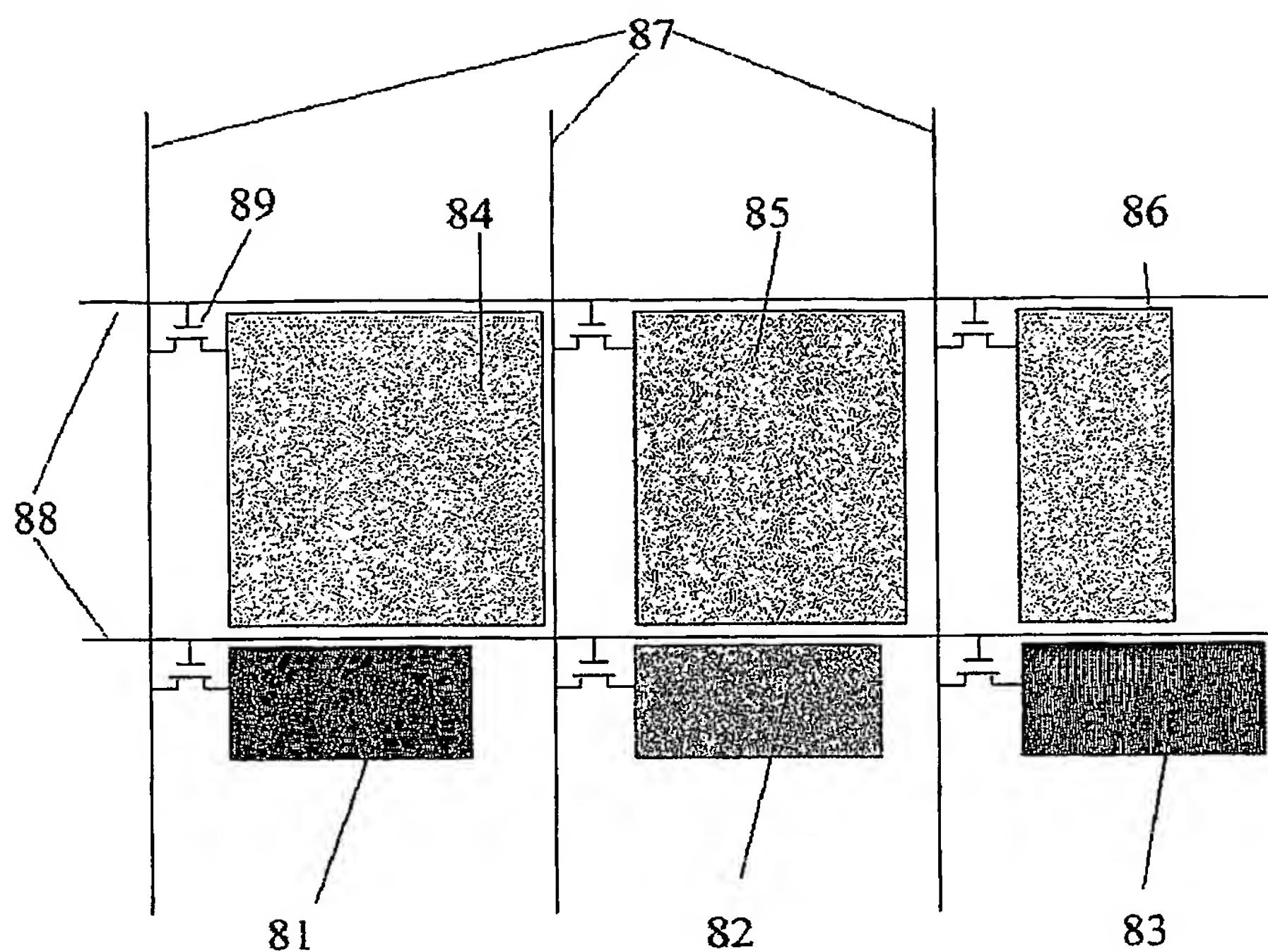
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 連続階調性、応答速度、視野角を極力犠牲にすることなく、透過率（反射率）の高いカラー液晶表示素子を実現する。

【解決手段】 緑色のカラーフィルタを用いた画素と、電界制御複屈折モード（E C B モード）による赤画素および青画素とで1画素を構成する。視感度の高い緑色でなめらかな中間調を表示でき、また視感度の低い赤、青はカラーフィルタを用いないために輝度を高くできる。さらにE C B による着色を用いる画素をサブピクセルに分割することで緑表示以外の表示色においても面積階調を実現し、フルカラー特性を更に改善する。また、E C B モードによる着色を用いた画素にマゼンタカラーフィルタを用いることで色再現範囲を大幅に拡大させる。半透過型液晶素子として用いる場合には前記構成を反射モードとし、透過モードはR G B カラーフィルタを用いる構成にすることで実現できる。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2003-027167
受付番号 50300176849
書類名 特許願
担当官 第二担当上席 0091
作成日 平成15年 2月 7日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090538
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内
【氏名又は名称】 西山 恵三

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内
【氏名又は名称】 内尾 裕一

次頁無

特願2003-027167

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社